

CNRT Nickel et son environnement

APPEL A PROJET 2013

**Titre : Analyse et synthèse des expérimentations et actions de
restauration écologique réalisées sur sites miniers
en Nouvelle-Calédonie depuis 20 ans**

Responsables du projet : Hamid Amir (UNC) – Bruno Fogliani (IAC) en appui

- Acronyme: RECOSYNTH

**- Mots clefs: Restauration écologique ; sites miniers ; Nouvelle-Calédonie;
analyse ; bilan ; recommandations, indicateurs.**

SOMMAIRE

I. RENSEIGNEMENTS GENERAUX.....	3
II. RESUME DU PROJET	6
II.1. CONTEXTE ET POSITIONNEMENT DU PROJET	6
II.2. DESCRIPTION SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU PROJET.....	7
II.2.1. Etat de l'art.....	7
II.2.2. Objectifs, caractère ambitieux ou novateur et pertinence du projet	8
II.3. PROGRAMMATION SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE, ORGANISATION DU PROJET	8
II.3.1. Programme scientifique et structuration du projet	8
II.3.2. Coordination du projet, qualification du porteur, rôles et implication des participants	9
II.3.3. Calendrier des tâches	10
II.3.4. Livrables et stratégie de valorisation des résultats	11
II.3.5. Proposition budgétaire globale	11
III. CONTEXTE ET POSITIONNEMENT DU PROJET	12
IV. DESCRIPTION SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU PROJET	14
IV.1. OBJECTIFS, CARACTERE AMBITIEUX OU NOVATEUR ET PERTINENCE DU PROJET	19
V. PROGRAMMATION SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE, ORGANISATION DU PROJET	20
V.1. PROGRAMME SCIENTIFIQUE ET STRUCTURATION DU PROJET	20
V.2. COORDINATION DU PROJET.....	21
V.3. DESCRIPTION DES TRAVAUX PAR PARTIE ET PAR TACHE	22
V.4. CALENDRIER DES TACHES ET DES LIVRABLES (EN TRIMESTRE)	26
VI. STRATEGIE, VALORISATION ET MODE DE PROTECTION ET D'EXPLOITATION DES RESULTATS	26
VII. ORGANISATION DU PROJET	27
VII.1. QUALIFICATION DU PORTEUR DE PROJET.....	33
VII.2. QUALIFICATIONS, ROLES ET IMPLICATION DES PARTICIPANTS.....	34
VIII. JUSTIFICATION SCIENTIFIQUE DES MOYENS DEMANDES	36
IX. PROPOSITIONS BUDGETAIRES.....	37
IX.1 PROPOSITION BUDGETAIRE PAR PARTENAIRE	37
IX.2 PROPOSITION BUDGETAIRE GLOBALE	39
X. ANNEXES	40
X.1. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	40
X.2. CV DE CHAQUE MEMBRE DE L'EQUIPE	43
X.3. IMPLICATION DES PERSONNES DANS D'AUTRES CONTRATS	52
X.4. ANNEXES COMPLEMENTAIRES	53

I. Renseignements généraux

Titre de l'appel à projet	Sous AP 1 : Analyse et bilan des pratiques et des résultats des actions de restauration écologique à l'échelle de la Nouvelle-Calédonie
Thématique scientifique choisie	1- Nickel et Société 2- Nickel et technologie 3- Nickel et environnement naturel
Interdisciplinarité	A. Sciences du vivant B. Sciences de la terre C. Physique – Chimie – Mathématiques et STIC D. Technologie et sciences de l'ingénieur E. Sciences humaines et sociales
Regroupement	1- Association avec des partenaires extérieurs 2- Pas d'association avec des partenaires extérieurs

Noms des Responsables du projet	1. Hamid Amir (porteur principal) 2. Bruno Fogliani (en appui au porteur)
Organisme d'appartenance (CNRS, INSERM, Université etc.)	1. Université de la Nouvelle-Calédonie 2. Institut Agronomique néo-Calédonien
Fonction	1. Professeur des universités, Microbiologie 2. Chercheur HDR en Bio-écologie végétale
Intitulé de l'Unité de recherche	1. EA 4243; Laboratoire Insulaire du Vivant et de l'Environnement (LIVE) 2. Axe 2 : Diversités biologique et fonctionnelle des écosystèmes terrestres
Adresse	1. BP R4 – 98851 Nouméa cedex 2. BP 73 - 98890 Païta
Téléphone	1. +687 26 58 20 2. +687 41 16 74 / +687 98 91 73
Courriel	1. hamid.amir@univ-nc.nc 2. fogliani@iac.nc
Nom des personnes de l'équipe (accompagné de : - leur spécialité, - leur organisme d'appartenance et - leur domaine de recherche	1- AMIR Hamid, Microbiologie, écologie microbienne des sols miniers UNC-LIVE
	2- FOGLIANI Bruno, Biologie et physiologie des graines des espèces végétales de milieux miniers Axe 2-IAC
	3- L'HUILLIER Laurent, Biologiste végétal, écologie des milieux miniers, relations sol - plante Axe 2-IAC
	4- LAGRANGE Alexandre Docteur en écologie végétale Bota Environnement
	5- DAVID Magali, Ingénieure agro-écologue Bota Environnement
	6- Annaïg Perroud Ingénieure écologue Bota Environnement
	7- Thomas Gaillard Ingénieure écologue polyvalent Bota Environnement
	8- SAINTPIERRE Danielle Docteur en Sciences des Agro-ressources SIRAS Pacifique
	9 - BLANCHARD Bertrand Ingénieur agronome SIRAS Pacifique

Nom du Gestionnaire du crédit	1- Gaël Lagadec, Président de l'UNC Laurent L'Huillier, Directeur Général de l'IAC 2- Alexandre Lagrange, 3- Marc-Henry Delrieu- Danielle Saintpierre
Courriel	1- president@univ-nc.nc 2- amatjalal@iac.nc 3- lagrange.botaenviro@gmail.com 4- mhd@siras.nc ; danielle.sainpierre@siras.nc
Intitulé de l'unité/établissement gestionnaire du crédit Si différente de celle du porteur du projet	1- Laboratoire Insulaire du Vivant et de l'Environnement, UNC 2- Axe 2 : Diversités biologique et fonctionnelle des écosystèmes terrestres, IAC 3- SARL Bota Environnement 4- SARL SIRAS Pacifique
Adresse	1- BP R4, 98851 Nouméa, Nouvelle-Calédonie 2- BP 73, 98890 Paita, Nouvelle-Calédonie 3- 57 Route de l'Anse Vata, 98800 Nouméa Nouvelle- Calédonie 4- BP 8173 , 98807 Nouméa-Sud, Nouvelle-Calédonie
Téléphone	1- 29.02.72 2- 41.16.74 3- 81.25.77 4- 27.58.90
Courriel	1- hamid.amir@univ-nc.nc 2- fogliani@iac.nc 3- lagrange.botaenviro@gmail.com 4- bertrand.blanchard@siras.nc ; danielle.saintpierre@siras.nc

II. Résumé du projet

II.1. Contexte et positionnement du projet

Les surfaces décapées par l'activité minière en Nouvelle-Calédonie sont de plus en plus importantes. Il est admis par l'ensemble des acteurs du domaine (et prescrit dans le Code Minier) que la réhabilitation devra se faire sur la base du principe de restauration écologique visant à mettre en place, sur le terrain à restaurer, une dynamique de retour vers un état similaire à l'état d'origine (sur le moyen et long terme), grâce à diverses techniques et interventions.

Les méthodes de restauration écologique des milieux miniers ont beaucoup évolué depuis une vingtaine d'année en raison des nombreuses expérimentations réalisées dans le domaine et du cumul d'expérience des entreprises minières. Ainsi, on utilise aujourd'hui une diversité de techniques permettant de s'adapter aux conditions de chaque cas (plantations d'espèces endémiques ou indigènes, hydroseeding, dryseeding, récupération et utilisation optimale du topsoil, etc.)

Toutefois, de nombreux travaux, essais et actions de revégétalisation réalisés jusqu'ici par des entreprises minières ou de restauration, par des équipes de recherche ou des collectivités, n'ont pas été correctement exploités en termes d'analyse des résultats obtenus. Dans d'autres cas, les résultats n'ont pas été diffusés ou n'ont pas été suivis suffisamment longtemps pour en tirer toutes les conséquences utiles.

Le projet proposé ici vise à réaliser une analyse et une synthèse des expérimentations et actions de restauration réalisées depuis une vingtaine d'année sur les sites miniers en Nouvelle-Calédonie. Le travail divisé en plusieurs étapes, partira d'une enquête sur 50 sites choisis en fonction de la disponibilité des données et résultats ; puis un travail d'analyse approfondie sera effectué pour 34 de ces sites sélectionnés pour la pertinence des données et résultats et leur diversité en termes de situation et de méthodes utilisées. Des mesures et observations seront rajoutées pour faire un état de la situation actuelle pour chacun de ces sites. Une synthèse générale permettra alors d'en tirer des conclusions aboutissant à des recommandations complémentaires à celles existant déjà. Des indicateurs de suivi et d'évaluation des résultats de restauration seront également proposés suite à cette synthèse.

La masse principale des travaux à effectuer ne relevant pas de la recherche scientifique, les collectes de données, mesures et observation complémentaires, mise en forme et analyse de base des résultats seront confiés à deux entreprises privées ayant de l'expérience dans le domaine ; mais les travaux seront dirigés et coordonnés par des chercheurs. Ainsi, toutes les étapes du travail seront encadrées, avec validation des protocoles par concertation entre les parties, puis suivi régulier de la progression. Les interprétations, synthèses, conclusions, recommandations et rédactions finales feront notamment l'objet d'un travail important de la part des chercheurs impliqués.

II.2. Description scientifique et technique du projet

II.2.1. Etat de l'art

Il est extrêmement difficile selon nos connaissances actuelles, de recréer un écosystème fonctionnel complet identique ou très similaire à son état d'origine, en particulier dans des milieux aussi extrêmes que les sols ultramafiques de Nouvelle-Calédonie.

L'objectif de la restauration écologique est donc, par la mise en place d'un minimum de diversité biologique et de conditions favorables à son développement, d'initier une dynamique permettant au milieu d'évoluer, en se complexifiant progressivement (avec notamment des apports externes), et de retourner ainsi sur le long terme à un état aussi proche que possible de son état initial (L'Huilier et al. 2010).

La réhabilitation de couverts végétaux sur les sites dénudés répond à la fois à des objectifs de lutte contre l'érosion des sols, de régulation des débits hydriques et de reconstitution (à terme) des paysages et de la biodiversité. Les premiers essais de revégétalisation, réalisés dans les années 1970 et 1980 utilisaient diverses espèces exotiques avec des résultats peu satisfaisants (Cherrier, 1990), sauf pour le gaïac (*Acacia spirorbis*) et le bois de fer (*Casuarina collina*) mais avec l'inconvénient de la mise en place de formations monospécifiques très peu diversifiées.

A partir des années 1990, différents travaux ont montré l'intérêt de l'utilisation d'espèces indigènes ou endémiques (Jaffré et Rigault 1991a,b; Jaffré et Pelletier 1992 ; Jaffré et al. 1993 Luçon et al. 1997). De nombreuses études sur l'optimisation des techniques, ainsi que l'utilisation de mélanges d'espèces natives ont par la suite été menées (Sarraiilh et Ayrault, 2001 ; McCoy et al. 2002).

Ainsi sur le territoire, trois techniques de revégétalisation sont principalement appliquées (Luçon et al. 1997 ; Pelletier, 2003) : le semis hydraulique, la plantation d'espèces endémiques et l'utilisation du « topsoil », ces techniques n'étant pas exclusives les unes des autres. Les résultats restent souvent assez aléatoires en relation avec une multitude de facteurs qui restent encore à mieux maîtriser (facteurs climatiques, qualité des graines, qualité du topsoil, etc.).

Il apparaît ainsi un besoin évident de décrire rigoureusement chaque chantier de revégétalisation, en détaillant les conditions environnementales de l'écosystème, les moyens mis en œuvre pour les travaux de revégétalisation, les conditions de sols, ainsi que les caractéristiques du matériel végétal utilisé pour pouvoir apporter une interprétation sur les réussites et les échecs. Par ailleurs, des critères de suivi, puis d'évaluation de la réussite (indicateurs) de la restauration devront être mise au point. Les critères de suivi permettront d'homogénéiser les méthodes pratiquées, afin de pouvoir comparer les essais entre eux et, en combinant ces connaissances avec les critères d'évaluation d'état et d'évolution de l'écosystème, de statuer plus explicitement sur les situations de réussite ou d'échec dans la revégétalisation de ces essais (Lagrange 2009, Bazin & Barnaud, 2002 ; Henry et al. 2002 ; Zedler & Weller, 1990).

II.2.2. Objectifs, caractère ambitieux ou novateur et pertinence du projet

L'historique de la restauration écologique sur terrains dégradés par l'activité minière montre que de nombreuses initiatives et actions ont été conduites depuis ces 20 dernières années par les mineurs, les bureaux d'étude et les instituts de recherche dans diverses conditions et avec une volonté constante d'améliorer les pratiques employées. Mais à ce jour aucun véritable bilan n'a été mené et il apparaît nécessaire après cette période « d'essais » de lancer une étude précise des actions conduites, des pratiques utilisées, et des résultats obtenus avec une analyse des succès et des échecs. Afin de répondre à cette problématique d'évaluation, il est nécessaire d'envisager le développement d'indicateurs ou de critères, permettant d'évaluer et de valider la réussite des travaux de restauration.

C'est là tout l'objectif de ce projet qui présentera deux finalités :

- aboutir à des recommandations pratiques pour la restauration écologique des sites miniers de référence basées sur les connaissances acquises à ce jour ;
- proposer une démarche unique et novatrice pour le suivi et des indicateurs de réussite pour l'évaluation de la restauration écologique applicable par tous les acteurs du domaine dans le cadre des prochains travaux de restauration sous la forme d'un guide méthodologique.

Il serait souhaitable que ce projet ouvre, à terme, la possibilité de mettre en place une base de données rassemblant toutes les informations concernant la restauration des sites miniers.

Par ailleurs, ce projet devrait permettre de consolider les passerelles entre les différents acteurs de la restauration des sites (Industries minières, instituts scientifiques, bureaux d'études, collectivités, etc.), à la fois de par les divers échanges produits par ces travaux, et de par les différents livrables du projet utiles à tous.

II.3. Programmation scientifique et technique, organisation du projet

II.3.1. Programme scientifique et structuration du projet

Le projet proposé ici est guidé par trois orientations majeures :

- Une synthèse des travaux liés à la restauration écologiques depuis deux décennies et leur exploitation pour orienter les recommandations dans ce domaine ;
- le regroupement des connaissances liées à la restauration écologique des milieux miniers et leur diffusion auprès de l'ensemble des acteurs concernés ;
- le développement de moyens d'évaluations et de suivi des actions de restauration écologique.

Il a été choisi d'aborder ces objectifs par l'élaboration d'une démarche scientifique comprenant cinq tâches, décrites ci-après.

- La **tâche 1** consiste à analyser l'ensemble des actions de revégétalisation conduites ces 20 dernières années. La sélection des sites d'étude pour le projet CNRT sera effectuée, suivant la nature et le volume de données récoltées. Un bilan sur les sites concernés par la revégétalisation sera également réalisé.
- La **tâche 2** correspond à la construction d'une grille d'évaluation, fondée sur des critères et indicateurs représentatifs de l'état et de l'évolution de l'écosystème. A terme, cette grille d'analyse doit servir d'appui à la mise en place et au suivi des actions de revégétalisation. L'élaboration de cette grille d'analyse nécessitera l'intervention de plusieurs approches et disciplines scientifiques (biologie et écophysiologie, pédologie et microbiologie du sol, statistiques, etc.).
- Les activités de la **tâche 3** résident essentiellement dans l'acquisition de données sur le terrain sur 34 sites encore existants et dont les données utiles à l'interprétation de l'état actuel sont les plus complètes possibles.
- La **tâche 4** correspond à l'analyse, l'interprétation et la synthèse des résultats obtenues dans la réalisation des tâches 1 et 3. Elle comprendra une réalisation du traitement statistique des données, définie au préalable dans la tâche 2.
- La **tâche 5** consiste tout d'abord en la coordination et la structuration des démarches de récupération des données existantes et des données à compléter, puis en la coordination des analyses et synthèses de données obtenues lors de la tâche 4. Une deuxième étape de cette tâche consiste à valoriser les informations et les connaissances dégagées, par divers rendus de livrables, destinés à l'ensemble des acteurs de la revégétalisation du territoire.

Une des difficultés principales de ce projet concerne la tâche 1, ainsi que la tâche 4 ; il s'agit de l'hétérogénéité très importante des éléments à rassembler ou acquérir : diversité des démarches et protocoles généraux, des terrains revégétalisés, des techniques employées, des plantes utilisées, etc. Toutes ces données seront très complexes à synthétiser. Il est donc probable qu'une partie des interprétations et conclusions de cette étude aboutira plus à la formulation d'hypothèses dont certaines seront à confirmer par des recherches plus pointues. Toutefois, il est vraisemblable que la masse de données et leur synthèse judicieuse permettra de compléter et affiner valablement les recommandations concernant les pratiques et le suivi des actions de restauration écologique adaptées à chaque contexte.

II.3.2. Coordination du projet, qualification du porteur, rôles et implication des participants

Les 5 tâches précitées seront coordonnées par H. Amir (UNC) porteur du projet avec l'appui de B. Fogliani (IAC), chercheurs investis depuis plusieurs années dans le domaine de la restauration écologique. Les aspects terrains seront essentiellement coordonnés par B. Fogliani, l'IAC étant particulièrement engagé dans ce domaine; tandis que les aspects synthèses et rédactions seront plus spécifiquement coordonnés par H. Amir. Les 2 coordonnateurs qui sont constamment en relation, de par leurs collaborations scientifiques, feront le point régulièrement concernant l'ensemble des tâches.

Les 5 tâches précitées seront coordonnées par H. Amir (UNC) porteur du projet avec l'appui de B. Fogliani (IAC), chercheurs investis depuis plusieurs années dans le domaine de la restauration écologique. Les aspects terrains seront essentiellement coordonnés par B. Fogliani, l'IAC étant particulièrement engagé dans ce domaine; tandis que les aspects synthèses et rédactions seront plus spécifiquement coordonnés par H. Amir. Les 2 coordonnateurs qui sont constamment en relation, de par leurs collaborations scientifiques, feront le point régulièrement concernant l'ensemble des tâches.

Ce projet nécessitera une masse importante de travail technique ne relevant pas de la recherche. Il s'agit notamment de récupération de données existantes, de relevés complémentaires de terrain, d'enquêtes complémentaires et de mise en forme des données récoltées (tâches 1 et 3). Ceci conduit les équipes de recherche à s'associer à deux bureaux d'études qui interviendront à part quasi-égales, l'entreprise SIRAS-Pacifique, qui a une longue expérience en revégétalisation écologique des terrains miniers et l'entreprise Bota-Environnement, en pleine évolution, compétente dans les études en vue de la réhabilitation des sites dégradés et dans le traitement des données. Leurs compétences respectives viendront s'ajouter à celles purement scientifiques des chercheurs.

Par contre, les tâches 2, 4 et 5 comportant un imposant travail de réflexion scientifique et technique, ainsi que de traitements scientifiques rigoureux des données, seront dirigées directement par les coordinateurs du projet et en relation étroite avec les ingénieurs des bureaux d'études dans le cadre d'un comité de suivi du projet qui se réunira tous les 3 mois environ.

Le VSC, qui sera recruté sur 18 mois et pour lequel un financement est demandé dans le cadre de ce projet, viendra en appui des travaux de terrain mais interviendra aussi dans l'analyse des données obtenues. Il constituera par ailleurs une interface constante entre les chercheurs et les entreprises, permettant ainsi le renforcement nécessaire aux échanges entre les instituts de recherche et les bureaux d'études.

II.3.3. Calendrier des tâches

Tâche	Période	Trimestre 1	Trimestre 2	Trimestre 3	Trimestre 4	Trimestre 5	Trimestre 6	Trimestre 7	Trimestre 8
Tâche 1 : Analyse des actions de revégétalisation									
Tâche 2 : Construction d'une grille d'analyse interdisciplinaire									
Tâche 3 : Acquisition des données de terrain									
Tâche 4 : Analyse et synthèse des résultats									
Tâche 5 : Coordination et valorisation du rendu final									